

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 598 179**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **87 05805**

⑤1 Int Cl⁴ : F 02 C 7/18; F 01 D 5/18.

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 24 avril 1987.

③0 Priorité : US, 30 avril 1986, n° 857 282.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 45 du 6 novembre 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *GENERAL ELECTRIC COMPANY.* — US.

⑦2 Inventeur(s) : James Robert Reigel, Robert James Cors-
meier, James Herman Bertke et Dean Thomas Lenahan.

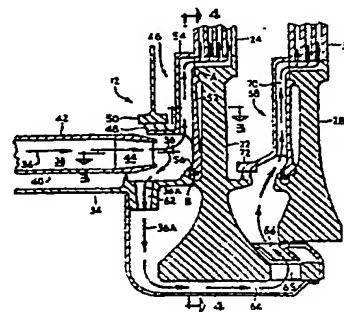
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : A. Catherine, Getsco.

⑤4 Dispositif de transfert d'air de refroidissement pour une turbine.

⑤7 L'invention concerne la construction des moteurs à tur-
bine à gaz.

Un dispositif perfectionné pour diriger de l'air de refroidisse-
ment sur des aubes de turbine 24 dans un moteur à turbine à
gaz comprend la combinaison d'un dispositif d'admission
d'air 44 et d'une roue à aubes à écoulement radial 46 équipée
d'un joint 48 pour l'air. Le dispositif d'admission d'air reçoit de
l'air comprimé provenant du compresseur et dirige cet air vers
la roue à aubes dans une direction pratiquement tangentielle
par rapport au disque de turbine 22 qui supporte la roue à
aubes. Une partie de l'air de refroidissement peut également
être dirigée vers un disque de turbine à basse pression 28.
Application aux turboréacteurs.



FR 2 598 179 - A1

La présente invention concerne des perfectionnements aux moteurs à turbine à gaz, et elle porte plus particulièrement sur un perfectionnement dans le refroidissement des aubes de turbine de moteurs à turbine à gaz.

5 Les moteurs à turbine à gaz comprennent habituellement un compresseur destiné à comprimer de l'air pour permettre la combustion du carburant, de façon à produire un flux de gaz chaud. Ce flux de gaz chaud entraîne une turbine accouplée au compresseur, et il est ensuite utilisé pour obtenir à partir du moteur soit une puissance de propulsion, soit
10 une puissance disponible sur un arbre entraîné. Pour obtenir des rendements de fonctionnement plus élevés et des puissances de sortie plus élevées, le flux de gaz chaud qui traverse la turbine est fréquemment à une température qui dépasse les
15 possibilités physiques des matières à partir desquelles on fabrique les turbines, en particulier lorsqu'on prend en considération les efforts élevés qui sont imposés au rotor de la turbine. Ceci a conduit à de nombreuses propositions pour réaliser des systèmes de refroidissement pour la turbine, en
20 particulier pour les parties qui sont exposées au flux de gaz chaud. Une pratique générale a consisté à diriger vers les aubes de la turbine de l'air relativement froid provenant du compresseur du moteur, selon un chemin distinct de celui du flux de gaz chaud, pour assurer le refroidissement nécessaire
25 des aubes. On rencontre cependant dans de tels systèmes de refroidissement un problème qui réside dans le mécanisme uti-

lisé pour diriger l'air de refroidissement du compresseur vers la turbine qui tourne à une vitesse élevée, et pour amener ensuite l'air aux aubes du rotor de la turbine elles-mêmes.

Dans un système qui a été employé pour assurer le
5 refroidissement par air des aubes de turbine, on a utilisé un joint annulaire de diamètre relativement grand placé un peu en avant du disque de la turbine, pour former entre le joint annulaire et le disque une chambre destinée à recevoir l'air de refroidissement provenant du compresseur, et pour amener cet
10 air aux aubes de turbine qui sont montées à la périphérie du disque de turbine. Des systèmes de ce type sont cependant lourds par nature, à cause du grand diamètre du joint annulaire, et ils sont également sujets à une fuite d'air importante. D'autres systèmes ont utilisé des joints annulaires de diamê-
15 tre relativement inférieur pour former des chambres annulaires ayant des dimensions réduites de façon correspondante, entre le joint et le disque de turbine, et dans ces systèmes, l'air de refroidissement passe de la chambre annulaire de dimensions inférieures vers les aubes de turbine, le long de la surface
20 du disque, sous l'action d'une roue à aubes qui est montée sur le joint. Bien que des systèmes de ce type éliminent une partie de la fuite qu'on rencontre lorsqu'on utilise de plus grands joints annulaires, ils sont encore relativement lourds et exigent que le joint annulaire supporte une charge relati-
25 vement élevée, sous la forme de la roue à aubes.

Un but de l'invention est de procurer un système perfectionné pour diriger de l'air de refroidissement vers les aubes de turbine d'un moteur à turbine à gaz.

Un autre but de l'invention est de procurer un sys-
30 tème perfectionné pour diriger de l'air de refroidissement vers les aubes de turbine, qui évite la nécessité de joints annulaires de grand diamètre et qui réduise la fuite d'air au niveau du joint.

Un autre but de l'invention est de procurer un sys-
35 tème perfectionné pour diriger de l'air de refroidissement

vers les aubes de turbine, qui évite de placer des trous ou des fentes de refroidissement directement dans le disque lui-même, de façon à maintenir la résistance structurale du disque.

5 Un autre but encore de l'invention est de procurer un système perfectionné pour diriger de l'air de refroidissement du disque de turbine à haute pression vers le disque de turbine à basse pression, qui évite la nécessité d'un système d'alimentation en air inter-étage à compresseur et d'une
10 tuyauterie externe.

L'invention est prévue pour l'utilisation dans un moteur à turbine à gaz qui comprend un disque de turbine à partir duquel des aubes font saillie radialement dans un flux de gaz chaud, un compresseur qui fournit de l'air de refroidissement sous pression, et un dispositif de transfert d'air
15 de refroidissement destiné à transférer de l'air de refroidissement du compresseur vers la turbine. Le dispositif de transfert d'air de refroidissement comprend des moyens d'admission d'air, qui canalisent l'air de refroidissement dans une direction pratiquement tangentielle par rapport au disque de turbine,
20 et une roue à aubes à écoulement radial, qui reçoit l'air de refroidissement et le dirige vers les aubes de turbine.

Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, le dispositif de transfert d'air de refroidissement comprend des seconds moyens d'admission d'air qui canalisent une
25 seconde partie de l'air de refroidissement dans une direction générale tangentielle par rapport à la direction d'un second disque de turbine, et une seconde roue à aubes à écoulement radial qui reçoit la seconde partie de l'air de refroidissement et la dirige vers les aubes de turbine.
30

La suite de la description se réfère aux dessins annexés dans lesquels les références numériques applicables ont été conservées sur les différentes figures, et qui représentent respectivement :

35 Figure 1 : une coupe d'un moteur à turbine à gaz

comportant des disques de turbine à haute pression et à basse pression ;

Figure 2 : une coupe partielle montrant le dispositif de transfert d'air de refroidissement ;

5 Figure 3 : une représentation partielle arrachée du dispositif d'admission d'air de l'invention, et une représentation partielle arrachée, de profil, de la roue à aubes de l'invention ; et

Figure 4 : une représentation partielle arrachée de
10 la roue à aubes de l'invention.

La figure 1 montre un moteur à turbine à gaz à flux axial, désigné de façon générale par la référence 10, qui comprend un dispositif de transfert d'air de refroidissement conforme à un mode de réalisation de l'invention, qui est placé
15 de façon générale à l'endroit désigné par la référence 12. Le moteur 10 comprend, en série au point de vue de l'écoulement des gaz : une soufflante 14, un compresseur 16, une chambre de combustion 18, une turbine à haute pression 20 comprenant un disque de turbine à haute pression 22 qui porte un ensemble
20 d'aubes de turbine à haute pression, 24, réparties à la circonférence du disque et s'étendant radialement vers l'extérieur à partir de ce dernier, et une turbine à basse pression 26 comportant un disque de turbine à basse pression 28 qui porte un ensemble d'aubes de turbine à basse pression 30, qui
25 sont réparties à la circonférence du disque de turbine à basse pression et s'étendent radialement vers l'extérieur à partir de ce dernier.

Dans le fonctionnement classique, l'air d'entrée 32 est comprimé par le compresseur 16. La majeure partie de l'air
30 d'entrée 32 est ensuite canalisée de façon appropriée vers la chambre de combustion 18 dans laquelle cet air est mélangé avec du carburant pour produire des gaz de combustion à pression relativement élevée qui s'écoulent vers la turbine à haute pression 20, pour fournir de la puissance au compresseur
35 16 par l'intermédiaire d'un arbre d'accouplement 34. Les gaz de

combustion traversent ensuite une turbine à basse pression 26 pour fournir de la puissance à un compresseur à basse pression (non représenté) et/ou à la soufflante 14, par l'intermédiaire d'un arbre d'accouplement 15, et ces gaz sont ensuite évacués
5 du moteur 10.

On utilise une partie de l'air d'entrée comprimé 32 qui sort du compresseur 16 pour fournir de l'air de refroidissement comprimé 36, indiqué sur la figure 2, qui est destiné à refroidir les éléments du rotor qui sont environnés par les
10 gaz de combustion évacués. L'air de refroidissement 36 est canalisé vers le dispositif de transfert d'air 12 par un conduit intérieur annulaire 38 qui est défini par un carter intérieur de chambre de combustion (non représenté) et par une structure de support de canal de turbine, 40 et 42.

15 Le dispositif de transfert d'air conforme à un mode de réalisation, qui est représenté sur les figures 2 et 3, comprend des moyens d'admission d'air annulaires 44 et il a pour action de canaliser l'air de refroidissement 36 dans une direction pratiquement tangentielle par rapport au disque de
20 turbine à haute pression 22, et de le faire pénétrer dans la roue à aubes à écoulement radial 46 qui est montée aux points A et B sur le disque de turbine à haute pression 22.

Comme le montre la figure 3, les moyens d'admission d'air annulaires 44 comprennent des aubes directrices 76 dimensionnées de façon classique de façon à accélérer l'air de refroidissement 36 jusqu'à une vitesse pratiquement égale à la vitesse tangentielle de la roue à aubes 46. Plus précisément, les bords avant et arrière 76a et 76b, respectivement, d'aubes directrices adjacentes 76 définissent respectivement
30 des aires de section droite d'écoulement d'entrée A1 et de sortie A2. L'aire d'écoulement d'entrée A1 est supérieure de façon appropriée à l'aire de sortie A2, de façon à accélérer d'une manière appropriée l'air de refroidissement 36.

L'air de refroidissement 36 est ensuite dirigé vers
35 les aubes de turbine à haute pression 24, par l'intermédiaire

de la roue à aubes 46, comme le montre la figure 2, pour refroidir ces aubes. Un joint labyrinthe annulaire 48 est placé du côté avant de la roue à aubes 46 pour empêcher le passage de l'air entre la structure fixe 50 et le disque de turbine à haute pression 22 et la roue à aubes 46 en rotation. La roue à aubes 46 comporte des parois à rebord annulaires 52 et 54, placées respectivement à sa circonférence intérieure et à sa circonférence extérieure. La paroi à rebord 52 procure commodément un moyen de fixation de la roue à aubes au disque de turbine à haute pression 22, à l'aide d'un anneau de retenue 56, tandis que la paroi à rebord extérieure 54 s'adapte contre le disque 22 et le pied de l'aube de turbine à haute pression 24, et elle forme au niveau de son diamètre intérieur un élément empêchant le passage de l'air.

En considérant les figures 3 et 4, on note que la roue à aubes à écoulement radial 46 consiste essentiellement en un disque annulaire qui comporte des canaux ou des passages radiaux 58 dans le but d'augmenter la pression par pompage centrifuge et de diriger l'air de refroidissement 36 vers les aubes de turbine 24 (représentées sur la figure 2). Les passages radiaux dans la roue à aubes 46, qui sont évidemment ouverts aux deux extrémités pour permettre le passage de l'air, sont par ailleurs entièrement fermés. Les passages 58 peuvent en fait être des passages ayant une section transversale de forme générale elliptique, circulaire ou autre, qui ne sont mutuellement séparés que par une cloison ou une paroi radiale mince 60, pour maintenir la résistance structurale et pour former la roue à aubes 46. On notera à cet égard que la configuration de section transversale de la roue à aubes 46 doit procurer un passage tel que la quantité nécessaire d'air de refroidissement comprimé 36 (indiqué sur la figure 2) soit dirigée vers les aubes de turbine à haute pression 24 (indiquées sur la figure 2) avec une chute de pression suffisamment faible.

En considérant la figure 2, on note que la combi-

naison du dispositif d'admission d'air et de la roue à aubes de l'invention permet de réduire la pression de l'air de refroidissement à la sortie du dispositif d'admission à une valeur inférieure à celle exigée en l'absence d'une roue à aubes 46. Avec cette pression inférieure, la fuite d'air à travers le joint labyrinthe annulaire 48 est plus faible, et l'effet défavorable de la fuite sur le rendement de la turbine est moindre. De plus, la plus faible pression de sortie du dispositif d'admission d'air permet d'augmenter le rapport de pression du dispositif d'admission d'air et le nombre de Mach en sortie de ce dispositif. L'augmentation résultante de la vitesse de l'écoulement tangentiel qui sort du dispositif d'admission d'air 44 réduit le travail que la turbine doit fournir à l'air de refroidissement 36 pour faire pénétrer l'écoulement dans les passages 58 de la roue à aubes (représentés sur les figures 3 et 4).

Si la vitesse tangentielle de l'air qui sort du dispositif d'admission d'air 44 est supérieure à la vitesse du disque de turbine 22, du travail est fourni au disque, ce qui entraîne une amélioration du rendement de la turbine, plus un avantage supplémentaire consistant en une température d'air de refroidissement réduite à l'entrée des aubes 24. La combinaison du dispositif d'admission d'air et de la roue à aubes élimine également toute discordance entre la vitesse du disque et la vitesse tangentielle de l'air de refroidissement à l'entrée des aubes 24, ce qui élimine des chutes de pression associées à l'entrée de l'écoulement dans les aubes 24.

Dans un autre mode de réalisation du dispositif de transfert d'air de refroidissement de turbine 12, représenté sur la figure 2, une seconde partie 36A de l'air de refroidissement comprimé 36 est dirigée vers un dispositif de tranquillisation 62, dans le but de modifier de façon aérodynamique la direction d'écoulement de l'air de refroidissement 36A, et de guider cet air vers un espace annulaire 64 situé dans une position intérieure par rapport au disque de turbine à haute

pression 22. Le dispositif de tranquillisation 62 est directement fixé sur l'arbre d'accouplement 34 de façon à tourner exactement de la même manière que celui-ci. Cette caractéristique permet au dispositif de tranquillisation 62 de réduire la vitesse tangentielle de l'air de refroidissement 36A pour la faire correspondre à la vitesse tangentielle du disque de turbine à haute pression 22, tout en conservant son moment cinétique. L'air de refroidissement 36A est ensuite dirigé à travers une série de trous 65 vers un second dispositif d'admission d'air en rotation, 66. Le second dispositif d'admission d'air 66 dirige l'air de refroidissement 36A dans une direction pratiquement tangentielle par rapport au disque de turbine à basse pression 28. Le dispositif d'admission d'air 66 extrait également une partie de l'énergie de pression contenue dans l'air de refroidissement 36A, et il la convertit en travail pour contribuer à l'entraînement du disque de turbine à haute pression 22. En transférant une partie de l'énergie de l'air à la turbine, on obtient une diminution de la température de l'air de refroidissement. La température réduite de l'air de refroidissement permet de réduire le débit d'air de refroidissement, ce qui améliore le rendement de la turbine et les performances du moteur.

Entre le second dispositif d'admission d'air 66 et l'entrée d'une seconde roue à aubes annulaire 68, le moment cinétique de l'air de refroidissement 36A est généralement conservé, tandis que la vitesse tangentielle diminue jusqu'à l'arrivée à la seconde roue à aubes annulaire 68, au niveau de laquelle la vitesse tangentielle de l'air de refroidissement 36A et du disque de turbine à basse pression 28 sont pratiquement égales.

La roue à aubes 68 est montée sur le disque à basse pression 28 et elle comporte des passages 70 à travers lesquels l'air de refroidissement 36A passe vers la circonférence du disque de turbine à basse pression 28, et ensuite vers les aubes de turbine à basse pression 30. Un joint 72 dirigé vers

l'avant est établi sur la face avant de la roue à aubes 68 pour s'adapter au joint monté entre le disque de turbine à haute pression 22 et le disque de turbine à basse pression 28.

On notera que l'utilisation de la roue à aubes à
5 écoulement radial de l'invention offre l'avantage d'éviter la nécessité de joints lourds et de grand diamètre, et elle minimise la fuite d'air par le fait que les joints sont placés relativement près des arbres tournants centraux et concentriques du moteur. De plus, l'utilisation d'une combinaison d'un dis-
10 positif d'admission d'air et d'une roue à aubes a pour effet de diriger l'air de refroidissement vers les aubes de turbine en rotation sans placer directement des trous ou des fentes de refroidissement dans le disque de rotor lui-même, ce qui maintient la résistance structurale du disque. En outre, la combi-
15 naison du dispositif d'admission d'air et de la roue à aubes de la turbine à basse pression permet d'acheminer l'air de refroidissement vers la turbine à basse pression, sans nécessiter un système d'alimentation en air inter-étage à compresseur et une tuyauterie extérieure.

20 La roue à aubes de l'invention permet également de s'affranchir de pratiques de l'art antérieur consistant à former des trous ou des fentes de refroidissement directement dans le disque de turbine lui-même, ce qui affaiblit la structure, et elle évite simultanément le mauvais rendement qui ré-
25 sulte du montage de la structure de roue à aubes ou de son équivalent sur une pièce séparée, avec une seule structure en forme de disque ou à parois à rebords. L'invention procure donc l'avantage important de performances accrues du moteur, d'une plus grande résistance structurale et d'une fuite d'air
30 réduite.

Il apparaîtra clairement à l'homme de l'art que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation spécifiques décrits et représentés.

On notera que les dimensions et les relations de
35 proportion et de structure qui sont représentées sur les des-

sins ne constituent que des exemples, et on ne doit pas considérer que ces illustrations ~~montrent~~ les dimensions réelles ou les relations de proportion ou de structure réelles utilisées dans le dispositif de transfert d'air de refroidissement de turbine 5 de l'invention.

10. Dispositif de transfert d'air de refroidissement selon la revendication 9, caractérisé en ce que les passages radiaux (58) sont contenus à l'intérieur des première et seconde roues à aubes (46, 68).

5 11. Dispositif de transfert d'air de refroidissement selon la revendication 7, caractérisé en ce que les premiers moyens d'admission d'air (44) comprennent un ensemble d'aubes directrices de stator (76) réparties sur une circonférence, et ayant pour action de canaliser l'air de refroidissement dans
10 une direction pratiquement tangentielle par rapport au premier disque de turbine (22).

12. Dispositif de transfert d'air de refroidissement selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de tranquillisation (62) comprennent un ensemble d'aubes direc-
15 trices de stator réparties sur une circonférence et ayant pour action de canaliser la seconde partie (36A) de l'air de refroidissement vers un espace annulaire (64), et dans une direction qui est de façon générale tangentielle par rapport à la direction de rotation du premier disque de turbine (22).

20 13. Dispositif de transfert d'air de refroidissement selon la revendication 7, caractérisé en ce que la seconde partie (36A) de l'air de refroidissement est dirigée vers la seconde roue à aubes annulaire (68), à travers des seconds moyens d'admission d'air (66).

25 14. Dispositif de transfert d'air de refroidissement selon la revendication 13, caractérisé en ce que les seconds moyens d'admission d'air (68) ont pour action d'extraire une partie de l'énergie de pression contenue dans la seconde partie (36A) de l'air de refroidissement, et de convertir cette
30 énergie en travail pour contribuer à l'entraînement du premier disque de turbine (22).

15. Dispositif de transfert d'air de refroidissement selon la revendication 13, caractérisé en ce que les seconds moyens d'admission d'air (66) dirigent la seconde partie (36A)
35 de l'air de refroidissement dans une direction pratiquement

14

tangentielle par rapport au second disque de turbine (28).

16. Dispositif de transfert d'air de refroidissement selon la revendication 13, caractérisé en ce que les seconds moyens d'admission d'air (66) tournent avec le premier disque 5 de turbine (22).

